نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۹۹
۳۷-۵۰
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2020.17613.2297

ارزیابی شاخص‌های اقتصادی، انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید هندوانه (مطالعه موردی: استان ایلام)

امیر عزیزپناه[۱*]، شکوفه یوسفی‌نژاد[۲]، رستم فتحی[۳]

[۱]استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
[۳]دانشجوی دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۸

چکیده

سابقه و هدف: استفاده موثر از انرژی یکی از نیازهای اساسی کشاورزی پایدار است. افزایش تقاضا برای مواد غذایی باعث تشدید مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و ماشین‌ها شده است که یکی از پیامدهای آن تاثیرات زیست‌محیطی نامطلوب بر آب، هوا و زمین می‌باشد. بنابراین، لازم است اقدامات لازم در راستای افزایش بهره‌وری استفاده از منابع انرژی و کاهش اثرات زیست‌محیطی انجام گیرد. هدف از این پژوهش تعیین الگوی مصرف انرژی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحلیل اقتصادی تولید هندوانه در شهرستان چرداول استان ایلام است.

مواد و روش‌ها: اطلاعات مورد نیاز این تحقیق در سال ۹۷ از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه جمع‌آوری شد و روش نمونه‌گیری از نوع تصادفی ساده بود. مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم تولید هندوانه با استفاده از ضریب انتشار معادل CO_2 برای نهاده‌های مختلف محاسبه گردید. شاخص‌های انرژی مورد بررسی شامل نسبت انرژی، بهروه‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص بود. نسبت انرژی بیان‌گر نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی مصرف شده در عوامل تولید است. این شاخص بدون بُعد بوده و مقدار انرژی به‌دست آمده، به ازای هر واحد مصرف انرژی، برای تولید را نشان می‌دهد. شدت انرژی نشان‌دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است. این شاخص بسته به نوع محصول کشاورزی، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی کارایی مصرف انرژی در سامانه‌های مختلف تولید مورد استفاده قرار گیرد. بهره‌وری انرژی عکس شدت انرژی است و از تقسیم مقدار محصول تولید شده بر انرژی مصرف شده به دست می‌آید و در حقیقت، بیان‌کننده مقدار تولید محصول به ازای هر واحد انرژی مصرف شده است. در این روابط، نسبت انرژی بدون واحد، انرژی خروجی بر حسب مگاژول بر هکتار، انرژی ورودی برحسب مگاژول بر هکتار، بهره‌وری انرژی بر حسب کیلوگرم بر مگاژول، شدت انرژی بر حسب (مگاژول بر کیلوگرم)، کل محصول تولیدی در دوره بر حسب (کیلوگرم بر هکتار) و افزوده خالص انرژی بر حسب مگاژول بر هکتار است. همچنین، محاسبه شاخص‌های اقتصادی نیز بر اساس شاخص‌های درآمد ناخالص، ارزش ناخالص تولید، هزینه‌های ثابت و متغیر، عملکرد، قیمت محصول و نسبت سود به هزینه برآورد گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای $SPSS_{25}$ و Excel استفاده شد.

*مسئول مکاتبه: amirazizpanah@gmail.com

یافته‌ها: نتایج نشان داد که دو نهاده آب آبیاری و سوخت دیزل به‌ترتیب با ۳۶/۰۱ و ۲۵/۲۱ درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی‌بر در تولید محصول فوق بودند. مجموع انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید هندوانه ۳۸۵۸۴/۸۹ و ۷۸۱۱۱۵/۹۳ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی به‌ترتیب ۲/۰۲، ۱/۰۶، ۰/۹۳ و ۳۹۵۳۱/۰۴ مگاژول برآورد گردید. مقدار کل انتشار گازهای گلخانه‌ای برابر ۱۱۵۱/۴ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن بر هکتار به‌دست آمد که بیش‌ترین میزان به‌ترتیب مربوط به کود دامی و سوخت دیزل با ۴۸۹/۶ و ۴۷۶/۷ کیلوگرم دی اکسید کربن بر هکتار محاسبه شد. نسبت سود به هزینه نیز ۳/۸۵ به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به مطالعه مذکور بیش‌ترین مصرف انرژی، مربوط به آب آبیاری و سوخت دیزل می‌باشد. بالاترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به مصرف کود دامی با ۴۸۹/۶ کیلوگرم و پس از آن سوخت دیزل با ۴۷۶/۷۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن بر هکتار بود. لذا انجام تحقیقات در زمینه‌ی به‌کارگیری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کم‌خاک‌ورزی برای کاهش انرژی سوخت مصرفی و اثرات گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت، پیشنهاد می‌گردد. همچنین، از آن‌جایی که نسبت سود به هزینه ۳/۸۵ محاسبه گردید، تولید هندوانه از توجیه اقتصادی برخوردار است ولی توجه به مساله آب در مکان‌یابی کشت این محصول ضروری است.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد، انرژی، ایلام، کشاورزی پایدار، هندوانه.

مقدمه

استفاده کارآمد از انرژی نهاده‌ها باعث افزایش بهره‌وری، کمک به اقتصاد خانوار، سودآوری و رقابت پایدار جوامع روستایی می‌شود (۷). در حال حاضر افزایش تقاضا برای مواد غذایی باعث تشدید مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و ماشین‌ها شده است، همچنین، افزایش مصرف انرژی موجب ایجاد مشکلاتی در سلامتی افراد و مسائل زیست‌محیطی گردیده و لذا اهمیت استفاده کارآمد از منابع موجود، لزوم بررسی و باز طراحی الگوهای مصرف انرژی در بخش کشاورزی را ضروری کرده است (۹). هندوانه با نام علمی *Ianatus Citrullus* از دسته صیفی‌جات است که در جالیز رشد می‌کند و یکی از محصولات اصلی خانواده کدوییان است که همه‌ساله سطح زیر کشت زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. هندوانه منبع غنی از ویتامین A (به شکل بتاکاروتن) و ویتامین Cمی‌باشد (۲۸). ایران از نظر تولید هندوانه در رتبه سوم جهان بعد از چین و ترکیه قرار دارد (۱۰). سطح زیر کشت و میزان تولید هندوانه در ایران در سال ۲۰۱۲ به‌ترتیب ۱۴۵۰۰۰ هکتار و ۳۸۰۰۰۰۰ تن بوده است (۱۷). در پژوهشی که در استان خوزستان برای بررسی شاخص‌های مصرف انرژی انجام گردید، متوسط انرژی ورودی و خروجی در سامانه کشت زیر پلاستیک هندوانه به‌ترتیب برابر ۳۹۶۴۶/۴۶ و ۹۰۶۲۶/۹۸ و در سیستم کشت در فضای باز به‌ترتیب برابر ۳۸۹۲۳/۲۳ و ۶۶۶۶۵/۴۸ مگاژول بر هکتار به دست آمد (۱). محققان در پژوهشی دیگر برآورد انرژی و بهینه‌سازی الگوی مصرف انرژی در کشت هندوانه در استان کرمان را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که برای هر هکتار کشت هندوانه، حدود ۱۳۷۴۸۴ مگاژول انرژی لازم است، که الکتریسیته با ۷۹ درصد و پس از آن نیتروژن با ۷ درصد، بیش‌ترین سهم از انرژی‌های ورودی را به خود اختصاص دادند (۲۷). امینی و رونده (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی تعیین شاخص‌های انرژی برای تولید هندوانه و ارائه مناسب‌ترین مزرعه در شهرستان کنارک استان سیستان بلوچستان، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها

پرداختند و نتیجه گرفتند که کل انرژی متوسط نهاده و ستانده به ترتیب برابر ۳۰۹۲۳/۲۹ و ۴۵۶۸۲/۳۳ مگاژول بر هکتار است و بیش‌ترین سهم انرژی ورودی مصرفی مربوط به انرژی‌های سوخت دیزل با ۴۱ درصد و کود نیتروژن با ۳۶ درصد و کم‌ترین میزان مصرف انرژی، مربوط به انرژی بذر می‌باشد (۳). همچنین، بازده انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی برای تولید هندوانه به‌طور متوسط به‌ترتیب ۱/۵۳، ۰/۸۱، ۱/۳۱ مگاژول بر کیلوگرم و ۱۴۷۵۹/۰۴ مگاژول و سهم انرژی مستقیم و غیر مستقیم به‌ترتیب برابر ۴۳ و ۵۷ درصد برآورد شد (۳). در کشاورزی بین میزان مصرف نهاده‌های ورودی و عملکرد محصول، همبستگی وجود دارد. بنابراین، باید مدیریت مصرف نهاده‌های ورودی به نحوی باشد که ضمن جلوگیری از کاهش عملکرد، مصرف نهاده‌ها کاهش یابد. این امر با بکارگیری شیوه‌های نوین در تولید محصولات، مانند استفاده از کشاورزی حفاظتی، امکان‌پذیر است (۲۵). در تحقیق انجام شده برای تولید هندوانه در منطقه شمالی کیاشهر استان گیلان، مجموع انرژی ورودی و خروجی برای تولید هندوانه دیم به‌ترتیب ۱۶۵۹۴/۷۴ و ۳۶۲۷۵/۲۴ مگاژول و میزان انتشار آلایندگی‌های زیست‌محیطی CH_4، SO_2، NOX ، NH_3، N_2O برای تولید یک تن هندوانه، به‌ترتیب ۱/۸۶، ۱۶/۴۷، ۰/۳۲، ۰/۱، ۰/۰۲، و ۰/۰۵ کیلوگرم گزارش شده است. همچنین، میانگین نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص به‌ترتیب برابر ۲/۱۹، ۱/۱۵ کیلوگرم بر مگاژول، ۰/۸۷ مگاژول بر کیلوگرم و ۱۹۶۸۰/۶۰ مگاژول بر هکتار و انرژی مستقیم و غیر مستقیم به‌ترتیب برابر ۱۴/۳ و ۸۵/۷ درصد محاسبه شد (۱۶). با توجه به مطالعات صورت گرفته هیچ تحقیقی تاکنون در مورد بررسی شاخص‌های مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع تولید هندوانه در استان ایلام صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از این پژوهش تعیین عوامل مختلف موثر بر تولید هندوانه، تعیین مصرف انرژی نهاده‌های مختلف، بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحلیل اقتصادی تولید هندوانه در مزارع تولید هندوانه در شهرستان چرداول استان ایلام می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، در سال ۱۳۹۷ در شهرستان چرداول استان ایلام انجام گردید. این منطقه از مهم‌ترین نواحی تولید هندوانه در استان ایلام به‌شمار می‌رود. روش نمونه‌گیری از نوع تصادفی ساده و برای جمع‌آوری داده‌ها از روش میدانی و مصاحبه با کشاورزان و از اسناد و مدارک سازمان جهاد کشاورزی، استفاده شد. برای تعیین حجم نمونه از رابطه (۱) پیشنهاد شده توسط کوکران استفاده گردید و تعداد پرسش‌نامه‌ها برابر ۴۲ به دست آمد (۷).

رابطه ۱:
$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2}$$

در این رابطه n حجم نمونه، N حجم جامعه، t ضریب اطمینان قابل قبول برای تحقیق، s^2 واریانس جامعه و d دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله‌ی اطمینان) است.

روش تحلیل انرژی مصرفی: در شروع تحقیق ابتدا اطلاعات مربوط به کاشت، داشت و برداشت محصول هندوانه با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای، داده‌های میدانی و مصاحبه با کشاورزان جمع‌آوری گردید. در این راستا پرسش‌نامه‌هایی طراحی و در اختیار کشاورزان منطقه قرار گرفت. سوالات پرسش‌نامه در زمینه میزان مصرف نهاده‌ها در هکتار جهت تولید هندوانه، شامل نیروی انسانی، ماشین‌ها، سوخت، کود، سم، آب آبیاری، الکتریسیته، میزان بذر مصرفی و عملکرد محصول بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SPSS25 و Excel استفاده شد. ضرایب هم‌ارز انرژی بیان‌کننده میزان محتوای انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها برای تولید هندوانه

است که در جدول ۱ بیان شد. در این تحقیق مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های تولید هندوانه در هر هکتار با استفاده از ضریب انتشار معادل CO_2 برای نهاده‌های مختلف محاسبه گردید. معادل و ضرایب گازهای گلخانه‌ای نهاده‌ها در تولید هندوانه در جدول ۲ بیان شد.

جدول ۱- ضرایب هم‌ارز انرژی نهاده‌های ورودی و ستانده‌ها در تولید هندوانه.

Table 1- Equivalence coefficients of inputs and outputs for watermelon production.

عنوان Title	واحد unit	هم‌ارز انرژی Energy exchange(MJ/Unit)	منبع reference
نهاده‌ها (Inputs)			
نیروی انسانی (Labor force)	ساعت (h)	1.96	25
ماشین‌ها (Machinery)	کیلوگرم (Kg)	62.7	6
سوخت دیزل (Diesel fuel)	لیتر (L)	56.31	6
سموم شیمیایی (Chemical pesticides)	کیلوگرم (Kg)	120	15
کودهای شیمیایی (Chemical fertilizers)			
کود دامی (Manure)	کیلوگرم (Kg)	0.3	-
کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer)	کیلوگرم (Kg)	66.14	25
کود فسفر (P2O5) (Phosphorus fertilizer)	کیلوگرم (Kg)	12.44	26
کود پتاسیم (K2O) (Potassium fertilizer)	کیلوگرم (Kg)	11.15	-
آب آبیاری (Irrigation water)	متر مکعب (m^3)	0.63	18
پلاستیک (Plastic)	کیلوگرم (Kg)	11.90	-
الکتریسیته (Electricity)	کیلو وات ساعت (Kwh)	12	19
بذر هندوانه (Watermelon seeds)	کیلوگرم (Kg)	1	23
ستانده (Output)			
هندوانه (Watermelon)	کیلوگرم (Kg)	1.9	23

جدول ۲- ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مختلف در تولید هندوانه.

Table 2- GHG emission coefficients of different inputs in the production of watermelon.

نهاده‌ها (واحد) Inputs (units)	ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای Coefficients greenhouse gas emissions	منبع reference
Human labor (h) نیروی انسانی (ساعت)	0.001	25
Machinery (MJ) ماشین‌ها (مگاژول)	0.071	-
Diesel fuel (L) سوخت دیزل (لیتر)	2.76	-
Chemical pesticides (Kg) سموم شیمیایی(کیلوگرم)	5.1	15
Electricity (Kwh) الکتریسیته (کیلووات ساعت)	0.608	22
Farmyard manure (Kg) کود دامی (کیلوگرم)	.126	15
Phosphate (Kg) کود فسفر (کیلوگرم)	0.2	15
Nitrogen (Kg) کود اوره (کیلوگرم)	1.3	15
Potassium (Kg) کود پتاسیم (کیلوگرم)	0.2	25

در تحقیق حاضر جهت محاسبه انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از کود شیمیایی، نیروی انسانی، سموم شیمیایی، ماشین‌آلات، سوخت مصرفی و سایر نهاده‌ها، از حاصل‌ضرب مقادیر نهاده‌ها در ضرایب انرژی و ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای استفاده شد. شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری

انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص بود که با استفاده از روابط ۲ تا ۵ محاسبه گردید (۱۴)، (۲۹).

رابطه ۲: $\text{نسبت انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}$

رابطه ۳: $\text{بهره وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد محصول(کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}$

رابطه۴: $\text{شدت انرژی} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار)}}$

رابطه ۵: انرژی ورودی – انرژی خروجی= انرژی خالص

در این روابط نسبت انرژی بدون واحد، انرژی خروجی بر حسب مگاژول بر هکتار (MJ/ha)، انرژی ورودی برحسب مگاژول بر هکتار (MJ/ha)، بهره‌وری انرژی بر حسب کیلوگرم بر مگاژول (Kg/MJ)، شدت انرژی بر حسب مگاژول بر کیلوگرم (MJ/Kg)، کل محصول تولیدی در دوره بر حسب (کیلوگرم در هکتار) (Kg/ha) و افزوده خالص انرژی بر حسب مگاژول بر هکتار (MJ/ha) بود. نسبت انرژی بیانگر نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید است. این شاخص بدون بعد بوده و مقدار انرژی به دست آمده به ازای هر واحد مصرف انرژی برای تولید را نشان می‌دهد. شدت انرژی نشان‌دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است. این شاخص بسته به نوع محصول کشاورزی، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی کارایی مصرف انرژی در سامانه‌های مختلف تولید مورد نظر باشد. بهره‌وری انرژی عکس شدت انرژی می‌باشد و از تقسیم مقدار محصول تولید شده بر انرژی مصرف شده به دست می‌آید. در حقیقت، بیان‌کننده مقدار تولید محصول به ازای هر واحد انرژی مصرف شده است (۲). انرژی مصرفی در بخش کشاورزی را می‌توان از جهات مختلف به انرژی مستقیم و انرژی غیر مستقیم تقسیم‌بندی نمود. مصرف مستقیم انرژی در تولید هندوانه شامل انرژی نیروی انسانی، سوخت، آبیاری و مصرف غیر مستقیم انرژی شامل بذر، کودشیمیایی، ماشین‌آلات، الکتریسیته و سموم شیمیایی می‌باشد. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی، بذر، کود دامی، آبیاری و انرژی تجدیدناپذیر شامل ماشین‌ها، سوخت، روغن، کودشیمیایی، الکتریسیته و سموم شیمیایی است (۲۵، ۲۹). اشکال مختلف انرژی در تولید هندوانه در استان ایلام بر حسب نحوه کاربرد و ماهیت آن در جدول ۶ و عملیات زراعی مربوط به تولید هندوانه در جدول ۳ بیان گردیده است.

روش تحلیل اقتصادی

در این پژوهش محاسبه شاخص‌های اقتصادی بر اساس روابط زیر انجام گرفت (۱۲) و (۶).

رابطه ۶: $GR = GVP - VCP$

رابطه ۷: $GVP = CY \times SP$

رابطه ۸: $NR = GVP - TCP$

رابطه ۹: $TCP = FCP + VCP$

رابطه ۱۰: $BCR = \frac{VCP}{TCP}$

در روابط فوق GR[1] درآمد ناخالص (۱۰۰۰ ریال بر هکتار)، GVP[2] ارزش ناخالص تولید (۱۰۰۰ ریال بر هکتار)، VCP[3] هزینه‌های متغیر تولید (۱۰۰۰ ریال در هکتار)، CY[4] عملکرد گیاه زراعی (کیلوگرم بر هکتار)، SP[5] قیمت محصول (۱۰۰۰ ریال)، NR[6] درآمد خالص (۱۰۰۰ ریال بر هکتار)، TCP[7] کل هزینه‌های تولید (۱۰۰۰ ریال بر هکتار)، FCP[8] هزینه‌های ثابت تولید (۱۰۰۰ ریال بر هکتار) و BCR[9] نسبت سود به هزینه می‌باشد.

1. Gross Revenue
2. Gross Value of Production
3. Variable Costs Production
4. Crop Yield
5. Stature Product
6. Net Revenue
7. Total Costs Production
8. Fixed Costs Production
9. Profit to Cost Ratio

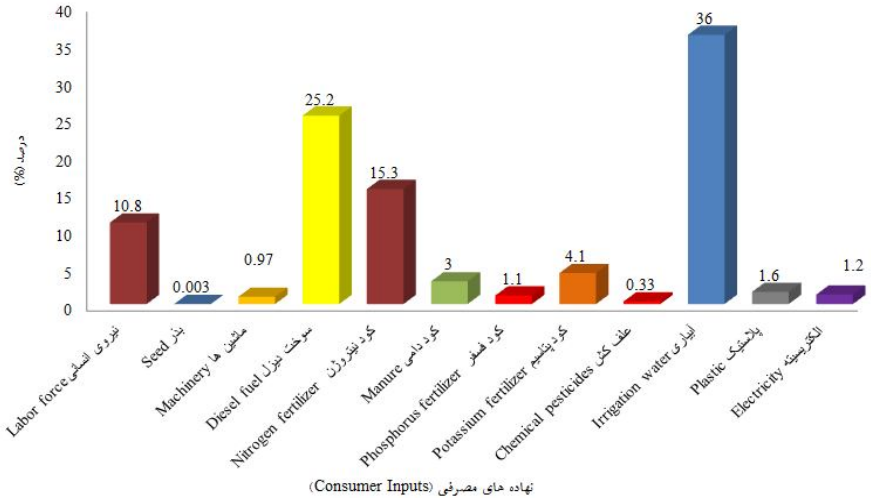
جدول ۳- عملیات زراعی برای تولید هندوانه.

Table 3- Field operations for watermelon production.

عملیات (operations)	زمان انجام عملیات (Operation time)
خاک‌ورزی (Tillage)	5 February (۱۶ بهمن)
کودپاشی (Fertilizer application)	10 February (۲۱ بهمن)
کرت‌بندی (Create a plot)	20-25 February (۶- ۱ اسفند)
آبیاری و آماده‌سازی (Irrigation and preparation)	25-30 February (۱۱-۶ اسفند)
متوسط تعداد دفعات آبیاری (Average irrigation frequency)	0.37
متوسط تعداد دفعات دیسک (Average disk number)	0.2
متوسط تعداد دفعات چیزل (Average number of Chisel Plows)	0.13
متوسط تعداد دفعات نهرکن (Average number of creeks)	0.8
متوسط تعداد دفعات مرزکش (Average Frequency Borderline)	0.2
کاشت (Planting)	1-10 April (۲۲-۱۳ فروردین)

نتایج و بحث

شاخص‌های انرژی: مقادیر مختلف مصرف انرژی در تولید هندوانه در جدول ۴ بیان شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۴، کل انرژی ورودی مصرفی برابر با ۳۸۵۸۴/۸۹ مگاژول بر هکتار و میانگین عملکرد هندوانه برابر ۴۱۱۱۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. از نظر منابع انرژی ورودی، بیش‌ترین میزان مصرف انرژی به‌ترتیب مربوط به آب آبیاری، سوخت دیزل و کود نیتروژن بود که سهم هر کدام به ترتیب ۳۶/۰۱، ۲۵/۲۱ و ۱۵/۳۷ درصد و کم‌ترین میزان مصرف انرژی، مربوط به بذر، سموم شیمیایی وماشین‌ها بود که هر کدام به‌ترتیب ۰/۰۰۳، ۰/۳۳ و ۰/۹۷ درصد از کل انرژی ورودی در تولید هندوانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). با توجه به این‌که نیاز هندوانه به آب بالا بوده و از طرفی‌دیگر جهت انتقال آب به مزارع اغلب از پمپ‌های دیزلی استفاده می‌شود، لذا انرژی تامین نهاده آب در تولید هندوانه زیاد می‌باشد. سهم بالای سوخت دیزل نسبت به سایر نهاده‌ها نیز به‌دلیل استفاده از عملیات شخم و خاک‌ورزی عمیق توسط تراکتورهای سنگین توجیه می‌شود. مصرف انرژی نهاده نیروی کارگری نیز اغلب مربوط به عملیات آبیاری و برداشت هندوانه است، زیرا این دو عملیات، بیش‌ترین نیاز به نیروی کارگری را به خود اختصاص می‌دهند.



شکل ۱- درصد سهم نهاده‌های مختلف در تولید هندوانه در شهرستان‌های شیروان و چرداول.

Figure 1- Percentage share of different inputs in watermelon production in Shirvan and Chardavol.

جدول ٤- سهم و مقادیر انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید هندوانه.

Table 4- Contribution and quantities of input and output energies in watermelon production.

نهاده/ستانده input and output	مقدار انرژی (مگاژول در هکتار) The amount of (MJ/ha) energy	درصد مصرف انرژی ورودی و خروجی Percentage of input and output energy
نهاده‌های ورودی (input)		
نیروی انسانی (Labor force)	4205.63	10.90
بذر (Seed)	1.45	3.75
ماشین‌ها (Machinery)	375.46	0.009
سوخت (Diesel fuel)	9727.55	0.25
کود اوره (Nitrogen fertilizer)	5934.22	15.37
کود دامی (Manure)	1165.71	0.030
کود فسفر (Phosphorus) fertilizer	436.3	0.011
کود پتاسیم (Potassium fertilizer)	1597.28	0.041
سموم شیمیایی (Chemical pesticides)	130.76	0.003
آب آبیاری (Irrigation water)	1389.96	0.36
پلاستیک (Plastic)	626.46	0.016
الکتریسیته (Electricity)	487.11	0.012
کل انرژی ورودی (Total energy input)	38584.89	100
نهاده‌های خروجی (Output)		
تولید هندوانه(Kg) (Watermelon)	4113.65	100
کل انرژی خروجی (Total energy output)	78115.93	100

در تحقیقی مشابه امینی و رونده (۲۰۱۵) به بررسی نسبت انرژی هندوانه در شهرستان کنارک پرداختند و گزارش نمودند که کود نیتروژن و سوخت بیش‌ترین مصرف انرژی را در بین نهاده‌ها دارا بوده‌اند، همچنین، آن‌ها میانگین کل انرژی مصرفی در شهرستان کنارک را ۳۰۹۲۳/۲۹ مگاژول بر هکتار محاسبه نمودند (۳). در تحقیقی دیگر شریعتی و همکاران (۲۰۱۳) به آنالیز انرژی مصرفی هندوانه در شهرستان ارزویه پرداختند. آن‌ها بالاترین انرژی مصرفی را مربوط به الکتریسیته و کود ازت گزارش نمودند (۲۷). آرپناهی و همکاران در بررسی تحلیل انرژی تولید هندوانه با روش تحلیل پوششی داده‌ها در خوزستان، کل انرژی مصرفی در تولید هندوانه در فضای باز را ۳۷۷۱۵/۹۸ مگاژول بر هکتار و انرژی خروجی را نیز ۶۶۶۶۵/۴۸ مگاژول بر هکتار برآورد نمودند که سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با ۳۷ و ۲۷ درصد، بیش‌ترین سهم انرژی مصرفی را دارا بودند. نتایج مدل CCR نشان داد که از ۱۲۵ مزرعه مورد بررسی، ۳۵ درصد مزارع کارا بودند. همچنین، بر اساس مدل BCC نیز ۳۸ مزرعه کارا تشخیص داده شدند. این یعنی ۳۸ واحد مورد نظر بهترین مدیریت را داشتند. متوسط کارایی فنی خالص و کارایی فنی در این مزارع به‌ترتیب ۹۸ و ۷۶ درصد به‌دست آمد. این یعنی به‌طور متوسط مزارع می‌توانند با کاهش ورودی‌ها به میزان ۰/۰۲ و ۲۴ درصد، سطح خروجی (عملکرد) را ثابت نگه دارند. افزایش کارایی فنی یک مزرعه در واقع به معنای استفاده کم‌تر از ورودی‌ها، کاهش هزینه‌های تولید و در نهایت سود بیش‌تر است (۱). نامداری و همکاران

(۲۰۱۱) برآورد شاخص‌های انرژی در تولید هندوانه در دو گروه از کشاورزان استان همدان را مورد بررسی قرار دادند (۲۳). در مطالعه مذکور مزارع بررسی شده بر اساس مالکیت تراکتور و ماشین‌ها و سطح فناوری کشاورزی به دو گروه تقسیم شدند: گروه اول شامل کشاورزان مالک ماشین‌های کشاورزی و سطح بالای فناوری و گروه دوم کشاورزان غیرمالک ماشین‌های کشاورزی و دارای سطح پایین فناوری بودند (۲۳). نتایج ایشان نشان داد که کل انرژی ورودی برای گروه اول و دوم به‌ترتیب ۶۷۶۷۴/۲۴ و ۶۸۷۸۸/۳۷ مگاژول بر هکتار و نسبت انرژی برای آن‌ها نیز به‌ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۱۳ بود. در گروه اول و دوم انرژی مصرفی کودهای شیمیایی (۴۴/۴۹ و ۴۴/۵۵ درصد) و پس از آن سوخت دیزل (۳۲/۲۵ و ۳۳/۰۴ درصد) بیش‌ترین سهم از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند (۲۳).

در پژوهشی دیگر نبوی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه کارایی واحدهای تولید هندوانه در استان گیلان کل انرژی ورودی را ۴۰۲۲۸/۹۸ مگاژول بر هکتار برآورد نمودند که با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مقدار بهینه انرژی مصرفی (ورودی) ۳۴۲۲۸/۲۱ مگاژول برآورد شد، یعنی با استفاده بهینه از نهاده‌ها می‌توان ۶۰۰۰/۷۷ مگاژول معادل ۱۴/۹۲ درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی نمود (۲۱). همچنین، آن‌ها نسبت انرژی در وضع موجود را ۱/۲۹ و نسبت انرژی پس از انجام بهینه‌سازی‌ها را ۱/۵۲ برآورد نمودند، یعنی در صورت استفاده بهینه از نهاده‌ها، کارایی یا همان نسبت انرژی حدود ۱۸ درصد افزایش پیدا خواهد کرد. بهره‌وری انرژی در وضع موجود ۶۸ درصد و پس از بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها ۸۰ درصد تخمین زده شد (افزایش ۱۸ درصد در صورت بهینه-سازی مصرف نهاده‌ها). شدت انرژی نیز پس از بهینه-سازی استفاده از نهاده‌ها از ۱/۴۷ مگاژول بر کیلوگرم به ۱/۲۵ مگاژول بر کیلوگرم کاهش پیدا خواهد نمود. آن‌ها گزارش کردند که مصرف بالای کودهای شیمیایی (عمدتا ازت) دلیل اصلی اختلاف امتیاز کارایی بین مزارع موجود و مزارع بهینه است و بیش‌ترین تاثیر در صرفه‌جویی نهاده‌ها برای بهینه‌سازی واحدهای ناکارا مربوط به کود شیمیایی خواهد بود. همچنین، گزارش شد که در صورت بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها، افزوده خالص انرژی ۵۱ درصد افزایش پیدا خواهد کرد. در این مطالعه مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید یک هکتار هندوانه حدود ۱۰۱۵ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن برآورد شد که در واحدهای ناکارا میزان انتشار حدود ۱۲۳۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار بود و در صورت کارا شدن واحدهای ناکارا، مقدار انتشار می‌تواند به ۳۷۱ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار کاهش یابد (۲۱).

شاخص‌های نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص در جدول ۵ بیان شده است. در منطقه مورد مطالعه نسبت انرژی برابر ۲/۰۲ به‌دست آمد. کارایی مصرف انرژی برای تولید هندوانه در دو سیستم کشت باز و زیر پلاستیک در شرایط خوزستان به ترتیب ۱/۹، ۲/۳۹ (۱)، در شرایط گیلان ۱/۲۹ (۱۸)، در شرایط کرمان ۰/۴ (۲۱) گزارش گردید (۱، ۱۸، ۲۱). به منظور بهبود این شاخص (نسبت انرژی)، می‌توان عملکرد خروجی را بالا برده یا انرژی ورودی را کاهش داد، یا هر دو گزینه را مد نظر قرار داد. میزان کارایی مصرف انرژی برای سایر مزارع کشاورزی مانند مزارع گندم آبی در شرایط آب و هوایی مشهد و کردستان به ترتیب برابر ۱/۴۴ و ۲/۴ (۹) و در سایر نقاط جهان ۲/۸ و ۳/۱۳ (۶) و در هندوستان بین ۴/۲۴ تا ۸/۵ (۲۰) گزارش شده است (۹، ۶، ۲۰). در تحقیق حاضر بهره‌وری انرژی برابر ۱/۰۶ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد، یعنی به ازای ۱/۰۶ کیلوگرم تولید هندوانه یک مگاژول انرژی

مصرف شده است. شدت انرژی به مقدار ۰/۹۳ مگاژول بر کیلوگرم محاسبه گردید، یعنی به ازای یک کیلوگرم تولید هندوانه ۰/۹۳ مگاژول انرژی مصرف می‌شود. افزوده خالص انرژی در محصول هندوانه برابر ۳۹۵۳۱/۰۴ مگاژول بر هکتار برآورد شد، یعنی در فرآیند تبدیل انرژی و تولید محصول، این مقدار انرژی به‌دست آمده است. در پژوهش‌های دیگر، مقدار انرژی خالص در سامانه تولید گندم آبی برابر ۱۹۹۶۹ مگاژول در هکتار (۹)، در تولید سیب زمینی برابر ۲۰۸۰۸۰ مگاژول در هکتار (۱۷)، تولید توت فرنگی برابر ۶۸۳۴۸۴ مگاژول در هکتار (۵) گزارش شده است (۹، ۱۷، ۵).

جدول ۵- شاخص‌های انرژی در تولید هندوانه.

Table 5- Energy indices in watermelon production.

شاخص (Index)	واحد (unit)	مقدار (Quantity)
نسبت انرژی (Energy ratio)	-	2.02
بهره‌وری انرژی (Energy productivity)	کیلوگرم بر مگاژول (Kg/MJ)	1.06
شدت انرژی (Energy intensity)	مگاژول بر کیلوگرم (MJ/Kg)	0.93
افزوده خالص انرژی (net energy gain)	مگاژول بر هکتار (MJ/ha)	39531.04

جدول ۶ اشکال مختلف انرژی مصرف شده در تولید هندوانه را نشان می‌دهد. انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم به‌ترتیب برابر ۷۳/۳۸، ۲۶/۶۱ درصد و انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب برابر ۴۹/۹۴ و ۵۰/۰۵ درصد محاسبه شد. سهم انرژی‌های مستقیم به طور قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر از غیر مستقیم بوده است که این موضوع می‌تواند ناشی از مصرف انرژی بالای آبیاری و سوخت باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده سهم انرژی‌های مستقیم در تولید برخی محصولات کشاورزی بیش‌تر از انرژی‌های غیرمستقیم بود (۲۱)، همچنین، نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد میزان انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید هندوانه، برابر با انرژی‌های تجدیدناپذیر می‌باشد.

جدول ٦- اشکال مختلف انرژی در تولید هندوانه.

Table 6- Different forms of energy in watermelon production.

شاخص (Index)	واحد (unit)	مقدار (quantity)	درصد (Percentage)
انرژی مستقیم Direct energy	مگاژول بر هکتار (MJ/ha)	28317.25	73.38
انرژی غیرمستقیم Indirect energy	مگاژول بر هکتار (MJ/ha)	10267.64	26.61
انرژی تجدیدپذیر renewable energy	مگاژول برهکتار (MJ/ha)	19269.75	49.94
انرژی تجدیدناپذیر Renewable Energy	مگاژول بر هکتار (MJ/ha)	19315.14	50.05

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های تولید هندوانه در جدول ۷ ارائه شده است. مجموع گازهای گلخانه‌ای منتشر شده برابر ۱۱۵۱/۴۹۸ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن در هکتار بود که کود دامی با ۴۸۹/۶ و پس از آن سوخت دیزل با ۴۷۶/۷۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن، بیش‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز مربوط به استفاده از ماشین‌ها بود. نتایج پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی

نشان داد که بیش‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های تولید سورگوم علوفه‌ای مربوط به الکتریسیته (۴)، در تولید سیب‌زمینی مربوط به کودهای شیمیایی، در تولید گندم مربوط به اکتریسیته و کودهای شیمیایی (۱۹) و در تولید ذرت، مربوط به نهاده‌های ماشین‌ها و سوخت مصرفی می‌باشد (۴، ۱۹، ۱۲).

جدول ۷- انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی در تولید هندوانه.

Table 7- Greenhouse gas emissions of inputs used in watermelon production.

نهاده‌ها (Input)	میانگین در هکتار Average per hectare	کیلوگرم گاز گلخانه‌ای معادل CO_2 در هکتار Kg of greenhouse gas equivalent CO2 per hectare
نیروی انسانی (ساعت) Labor force (h)	2145.7333	2.145
ماشین‌ها (ساعت) Machinery (h)	5.9882	0.4251
سوخت دیزل (لیتر) Diesel fuel (L)	172.75	476.79
سموم شیمیایی (کیلوگرم) Chemical pesticides (Kg)	1.0896	5.557
الکتریسیته (کیلووات ساعت) Electricity (Kwh)	40.5925	24.68
کود دامی(کیلوگرم) Manure (Kg)	3885.7142	489.6
کود اوره (کیلوگرم) Nitrogen fertilizer (Kg)	89.7222	116.636
کود فسفر (کیلوگرم) Phosphorus Fertilizer (Kg)	35.07234	7.01446
کود پتاسیم (کیلوگرم) Potassium fertilizer (Kg)	143.2538	25.65076
مجموع انتشار گاز گلخانه‌ای (کیلوگرم) Total greenhouse gas emissions (Kg)	---	498.1151

تحلیل‌های اقتصادی: تجزیه و تحلیل اقتصادی هندوانه در جدول ۸ بیان شده است. در این تحقیق ارزش ناخالص تولید هندوانه در منطقه برابر ۵۸۷۳۸۳/۳۲ هزار ریال بر هکتار، کل هزینه تولید ۱۵۲۲۹۲/۵۲ هزار ریال بر هکتار و نسبت سود به هزینه در تولید محصول هندوانه ۳/۸۵ محاسبه گردید. از آن‌جایی که نسبت سود به هزینه بیشتر از یک می‌باشد، تولید هندوانه با وجود میزان سودآوری، از توجیه اقتصادی برخوردار است. تحقیقات صورت‌گرفته بر روی محصولات مختلف نشان داد که نسبت سود به هزینه در محصول پیاز برابر ۱/۶۵ (۱۰)، در سیب‌زمینی و چغندرقند به‌ترتیب ۲/۲۰ و ۱/۳۳ (۱۳) و در خیار گلخانه‌ای ۲/۵۸ (۱۵) بود (۱۰، ۱۳، ۱۵). برای دست‌یابی به بهره‌وری بالاتر و همچنین، کاهش هزینه‌های متغیر، با بهینه‌سازی نهاده‌های پرمصرف مانند استفاده اصولی از کودها، استفاده از تراکتورهای با توان متناسب و مورد نیاز مزرعه جهت کاهش مصرف سوخت و همچنین، آبیاری به مقدار مورد نیاز و بر اساس فواصل زمانی مدیریت شده، می‌توان بخشی از هزینه‌های تولید را کاهش داد و عواملی که منجر به افزایش عملکرد محصول می‌شوند را تقویت نمود، که در نتیجه کاهش هزینه‌ها و افزایش

نسبت سود به هزینه ایجاد خواهد شد. در این تحقیق، ۵۴/۱۲ درصد از کل هزینه‌های تولید، مربوط به هزینه‌های متغیر و ۴۵/۸۸ درصد مربوط به هزینه‌های ثابت به‌دست آمد. بازگشت سود خالص برابر ۴۳۵۰۹۰/۷۹ هزار ریال بر هکتار بود که نشان می‌دهد تولید هندوانه در منطقه مورد مطالعه، اقتصادی است.

جدول ۸- تجزیه و تحلیل اقتصادی تولید هندوانه.

Table 8- Economic analysis of watermelon production.

ارزش هندوانه (The value of watermelon)	هزینه و درآمد (Cost and income)
180733.33	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) □Kg/ha□ (Yield)
250.3	قیمت فروش (1000ریال بر کیلوگرم) Sales price (1000 Rials per Kg)
587383.32	ارزش ناخالص تولید (۱۰۰۰ریال بر هکتار) Gross value of production (1000 Rials per hectare)
82413.56	هزینه متغییر تولید (۱۰۰۰ریال بر هکتار) Variable cost of production(1000 Rials per hectare)
69878.95	هزینه ثابت تولید (۱۰۰۰ریال بر هکتار) (Fixed production cost (1000 Rials per hectare
152292.52	کل هزینه تولید (۱۰۰۰ریال بر هکتار) (Total production cost (1000 Rials per hectare
504969.75	درآمد ناخالص (۱۰۰۰ریال بر هکتار) Total production cost (1000 Rials per hectare)
435090.79	درآمد خالص (۱۰۰۰ریال بر هکتار) net income(1000 Rials per hectare)
3.85	نسبت سود به هزینه (Profit to Cost Ratio)
0.00024	فشردگی انرژی (Energy compression)

در تحقیقی که نامداری و همکاران (۲۰۱۱) برای تحلیل اقتصادی تولید هندوانه در استان همدان انجام دادند، مزارع مورد بررسی بر اساس مالکیت تراکتور و ماشین‌ها و سطح فناوری کشاورزی به دو گروه (گروه اول کشاورزان مالک ماشین‌ها و سطح بالای فناوری و گروه دوم کشاورزان غیرمالک ماشین‌ها و دارای سطح پایین فناوری) تقسیم شدند (۲۳). در مطالعه مذکور عملکرد تولید هندوانه در گروه اول و دوم به‌ترتیب ۴۴۸۵۴ و ۴۰۹۱۷ کیلوگرم بر هکتار بود. تجزیه و تحلیل هزینه‌ها نشان داد که نسبت سود به هزینه در دو گروه مورد بررسی به‌ترتیب ۲/۶۲ و ۲/۰۶ بود و گروه اول از لحاظ اقتصادی وضعیت بهتری نسبت به گروه دوم داشت. بنابر نتایج این تحقیق، تولید هندوانه برای هر دو گروه سودآور بود، اما سود خالص در گروه اول نسبت به گروه دوم بیش‌تر بود. این مطالعه نشان داد که در مزارع هندوانه، استفاده از سطح بالای فناوری کشاورزی باعث بهبود شاخص‌های انرژی و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود و موفقیت اقتصادی را افزایش می‌دهد (۲۳). سایر محققان نتایج مشابهی را برای نسبت سود به هزینه در دیگر محصولات کشاورزی گزارش نموده‌اند، به‌عنوان نمونه نسبت سود به هزینه برای محصول گیلاس ۲/۵۳ (۸)، برای پرتقال ۲/۳۷ و برای لیمو ۱/۸۹، گزارش شده است (۲۴).

در تحقیقی دیگر بهروز و میبدی (۲۰۱۴) اندازه-گیری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری زیربخش زراعت ایران با تاکید بر محصول هندوانه را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند (۴). کارایی فنی به توانایی بنگاه در تولید حداکثر محصول از مجموعه‌ی معین نهاده اطلاق می-

گردد. کارایی تخصیصی (قیمتی) به توانایی بنگاه در انتخاب مجموعه بهینه‌ی نهاده‌ها در مرز فنی با کم‌ترین هزینه اشاره دارد. کارایی اقتصادی (کارایی کلی) به توانایی بنگاه در تولید حداکثر ستانده با انتخاب مجموعه‌ی بهینه‌ی نهاده‌ها (بیش‌ترین ستانده با کم‌ترین هزینه در مرز فنی) گفته می‌شود. نتایج نشان داد که متوسط کارایی فنی تولیدکنندگان هندوانه‌ی آبی استان‌های کشور در طول سال‌های ۸۹-۱۳۸۴ به‌ترتیب ۷۹/۴ درصد و متوسط کارایی تخصیصی و اقتصادی نیز به‌ترتیب ۷۵/۹ و ۶۱/۵ درصد بود. بیش‌ترین کارایی فنی مربوط به استان خوزستان و کم‌ترین مربوط به استان‌های اصفهان، خراسان رضوی، همدان و یزد بوده است. همچنین، استان سیستان و بلوچستان و استان همدان به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان بهره‌وری را دارا بودند. تحلیل شاخص‌ها در این مطالعه نشان داد که عامل اصلی رشد نامناسب بهره‌وری تولیدکنندگان، وجود ناکارایی در تغییرات کارایی فنی بوده و از طرفی رشد تکنولوژی در تولید نقش مثبتی را دارا بوده است. همچنین، کارایی تخصیصی و اقتصادی پایین در برخی از استان‌ها حاکی از ناموفق بودن کشاورزان در تولید اقتصادی محصول است که برای تولید در حداقل هزینه و تامین نهاده‌ها دارای محدودیت‌هایی هستند (۴). نتایج تحقیقات نشان داده که با فعالیت‌های ترویجی، توجیه کشاورزان و رفع محدودیت‌های احتمالی در بازار نهاده‌ها، می‌توان کارایی تخصیصی و اقتصادی کشاورزان را افزایش داد و از این طریق درآمد آن‌ها را بالا برد (۱۱).

با توجه به سهم قابل‌توجه انرژی آبیاری، سوخت و کودهای شیمیایی در تولید هندوانه، بهینه‌سازی مصرف نهاده‌های انرژی‌بر در میان کشاورزان و نظارت و توجه بر کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی و در صورت امکان محلول‌پاشی آن‌ها پیشنهاد می‌شود. این امر ضمن کاهش اثرات زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌ها و افزایش سودآوری را به همراه خواهد داشت. از طرفی با بهبود اقدامات مدیریتی مانند کنترل آفات، می‌توان عملکرد در واحد سطح را افزایش داد و با افزایش عملکرد، کارایی انرژی را بهبود بخشید. افزایش سطح زیر کشت و تولید در مقیاس بزرگ نیز یکی از راهکارهایی است که می‌تواند در کاهش هزینه‌ها و افزایش نسبت سود به هزینه موثر باشد. این امر عمدتا به‌دلیل کاهش هزینه‌ها در نتیجه‌ی صرفه‌جویی به مقیاس اتفاق می‌افتد.

نتیجه‌گیری کلی

کل انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی برای تولید هندوانه در شهرستان شیروان و چرداول استان ایلام به‌ترتیب برابر ۳۸۵۸۴/۸۹ و ۷۸۱۱۱۵/۹۳ مگاژول بر هکتار تعیین شد، که آبیاری و سوخت به‌ترتیب با ۳۶/۰۱ و ۲۵/۲۱ درصد، بالاترین مقدار سهم مصرف انرژی را از میان نهادها به خود اختصاص دادند. نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و افزوده خالص انرژی، به‌طور متوسط به‌ترتیب ۲/۰۲، ۱/۰۶، ۰/۹۳ و ۳۹۵۳۱/۰۴ مگاژول به‌دست آمد. بیش‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم تولید هندوانه مربوط به کود دامی با ۴۸۹/۶ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن و کم‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز مربوط به ماشین‌ها بود. در این تحقیق کل هزینه تولید هندوانه برابر ۱۵۲۲۹۲/۵۲ هزار ریال بر هکتار و نسبت سود به هزینه برابر ۳/۸۵ به‌دست آمد. از آن‌جایی که نسبت سود به هزینه بیش‌تر از یک بود، تولید هندوانه در منطقه، اقتصادی بوده و با وجود میزان سودآوری از توجیه اقتصادی برخوردار است اما با توجه به میزان مصرف بالای آب در تولید هندوانه، برنامه‌ریزی‌های لازم در این زمینه ضروری است و توصیه می‌گردد در مناطقی کشت آن انجام گردد که مشکلات تامین آب حداقل باشد.

منابع

1. Abdollahi Arpanahi, Z., Marzban, A., Asoudar, M.A., and Abdeshahi, A. 2016. Analysis of Watermelon Production Energy under Plastic Culture and Open-Field Systems Using DEA Method in Khuzestan. 293-301
2. Almasi, M. 2012. Energy efficiency management textbook. Science and Research Unit of Tehran. (In Persian)
3. Amini, S.H. and Ravandeh, H. 2015. Investigating and determining energy indicators for watermelon production and providing the most affordable farm using analytical hierarchy process. First Annual World Congress and Energy Crisis, Shiraz, Hakim Orfi Higher Institute of Science and Technology. (In Persian)
4. Aref, B., and Emami Meybodi, A. 2014. Measuring technical, allocative, economic and productivity efficiency of Iran's agricultural sector by non-parametric method (with emphasis on watermelon crop). J. Agri. Econ Res. 6: 23. 43-66. (In Persian)
5. Asgharipour, M.R., Mousavinik, S.M., and Enayat, F.F. 2016. Evaluation of energy input and greenhouse gases emissions from alfalfa production in the Sistan region, Iran. Energy Reports. 2: 135-140.
6. Banaeian, N., and Namdari, M. 2011. Effect of ownership on energy use efficiency in watermelon farms-a dea approach. Renew Energy. 1: 3. 184-191.
7. Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., and Ozmerzi, A. 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya region, turkey. Energy Convers Manag. 46: 4. 655-666.
8. Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H. M., Akbolat, D., and Ekinci, C. 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: a case study from Isparta province. Energy Convers Manag. 47: 13-14. 1761-1769.
9. Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H., and Gunduz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in tokat province of turkey. Energy. 32: 1. 35-41.
10. FAO. 2012. Retrieved from: Http://apps.Fao.Org/faostat. In F. a. A. Organization (Ed.).
11. Faryadars, W.A., Chizari, A.H., and Moradi, I. Measuring and comparing the efficiency of Iranian cotton growers. 2002. Agricultural Economics and Development. 10 :40. 89-102. (In Persian)
12. Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, S., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M., and Aghel, H. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. Appl Energy. 88: 1. 283-288.
13. Hassanzadeh Aval, F., and Rezvani Moghaddam, P. 2013. Energy efficiency evaluation and economical analysis of onion (Allium Cepa L.) production in Khorasan Razavi Province of Iran. Iran. J. Appl Ecol. 2: 3. 1-11. (In Persian)
14. Heidari, M.D., and Omid, M. 2011. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. Energy. 36: 1. 220-225.
15. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., and Mousazadeh, H. 2013. Applying data envelopment analysis approach to improve energy efficiency and reduce ghg (greenhouse gas) emission of wheat production. Energy. 58: 588-593.
16. Mani, I., Kumar, P., Panwar, J., and Kant, K. 2007. Variation in energy consumption in production of wheat–maize with varying altitudes in hilly regions of himachal pradesh, India. Energy. 32: 12. 2336-2339.
17. Ministry of Agricultural Jehad. 2013. Statistics and information office of agricultural ministry. Agricultural statistics for cucurbit crops, Khouzestan, Iran. (In Persian)
18. Mohammadi, A., and Omid, M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Appl Energy. 87: 1. 191-196.
19. Mohammadi-Barsari, A., Firouzi, S., and Aminpanah, H. 2016. Energy-use pattern and carbon footprint of rain-fed

watermelon production in Iran. Info Proc Agri. 3: 2. 69-75.
20. Mohammadshirazi, A., Akram, A., Rafiee, S., Avval, S.H.M., and Kalhor, E.B. 2012. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production. Renew Energy. Sust Energy Rev. 16: 7. 4515-4521.
21. Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., and Bagheri, I. 2016. Determination of efficient and inefficient units for watermelon production-a case study: Guilan province of Iran. J. Saudi Soci. Agri. Sci. 15: 2. 162-170.
22. Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., and Mobtaker, H.G. 2014. Optimization of energy required and greenhouse gas emissions analysis for orange producers using data envelopment analysis approach. J. Clean Prod. 65: 311-317.
23. Namdari, M. 2011. Energy use and cost analysis of watermelon production under different farming technologies in Iran. Int. J Environ Sci. 1:6. 1144-1153.
24. Ozkan, B., Akcaoz, H., and Karadeniz, F. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Convers Manag. 45:11-12. 1821-1830.
25. Pishgar-Komleh, S.H., Keyhani, A., Mostofi-Sarkari, M.R., and Jafari, A. 2012. Energy and economic analysis of different seed corn harvesting systems in Iran. Energy. 43: 1. 469-476.
26. Rafiee, S., Avval, S.H.M., and Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy. 35: 8. 3301-3306.
27. Shariati, M., Hanif, R., Iranpoor, M., and Khoshnevisan, B. 2014. Energy estimation and optimization of energy consumption pattern in watermelon cultivation using data envelopment analysis method, 8th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biosystems) and Mechanization Iran, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
28. Silispoor, A. 2006. Effect of irrigation on yield and seed of three varieties of watermelon in varamin province. J. Agri. Res. 1: 2. 20-28.
29. Tabatabaie, S.M.H., Rafiee, S., Keyhani, A., and Heidari, M.D. 2013. Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and input costs for pear production in Iran. Renew Energy. 51: 7-12.